

Державний вищий навчальний заклад
Донецький національний технічний університет
Кафедра прикладної математики та інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. першого проректора

Леонід БАЧУРІН

«___» _____ 2022 р

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДВП1 (ВБ1) «ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ОПТИМІЗУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СУЧАСНИХ АРХІТЕКТУР»

Рівень освіти: третій (освітньо-науковий)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(шифр і назва спеціальності)

Освітня програма Комп'ютерні науки
(назва освітньої програми)

Мова навчання: українська

Луцьк – 2022

Робоча програма з дисципліни "Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур" для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки. – 10 с.

30 серпня 2022 року

Розробники:

Назарова І.А., к.т.н., доцент, доцент кафедри прикладної математики і інформатики



Робоча програма затверджена на засіданні кафедри **прикладної математики та інформатики**
Протокол № 8 від " 01 " вересня 2022 р.

В.о. завідувача кафедри **прикладної математики та інформатики**




(підпис)

(Маслова Н.О.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 12 « Інформаційні технології »
Протокол № 5 від. " 02 " вересня 2022 р.

Голова



(підпис)

(Башков Є.О.)

(прізвище та ініціали)

Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	150
лекції:	32	10
практичні заняття:	16	4
лабораторні заняття:	-	-
семінари:	-	-
самостійна робота:	102	136
Форма підсумкового контролю	Іспит	
Дисципліну викладають	Викладач: Назарова Ірина Акопівна, https://donntu.edu.ua/kitaer/pmi iryna.nazarova@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: успішному вивченню дисципліни «Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур» сприяє попереднє опанування такими дисциплінами, як «Основи алгоритмізації», «Програмування», «Об'єктно-орієнтоване програмування», «Дискретні структури та алгоритми», «Чисельні методи», «Конструювання програмного забезпечення», «Архітектура та проектування програмного забезпечення», «Теорія та організація розподіленої обробки даних», «Паралельні інформаційні системи».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Дисципліна «Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур» має на меті надання аспіранту цілісного представлення щодо проектування оптимізуючих програмних систем для новітніх високопродуктивних архітектур, сприяння теоретичній підготовці та формування компетенцій аспіранта в галузі сучасних інформаційних, розподілених, паралельних комп'ютерних систем, методів розробки та оптимізації алгоритмічного та програмного забезпечення.

Компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ФК1. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.

ФК3. Здатність критично аналізувати, оцінювати і синтезувати нові та складні ідеї в інженерії програмного забезпечення.

ФК4. Здатність виявляти, ставити та вирішувати дослідницькі науково-прикладні задачі та/або проблеми в сфері комп'ютерних наук, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

ФК6. Здатність аналізувати та оцінювати сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Програмні результати навчання:

ПР1. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПР3. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПР4. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних

ПР5. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПР6. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПР8. Визначати актуальні наукові та практичні проблеми у сфері комп'ютерних наук, глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.

ПР10. Відшуковувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук.

3. Очікувані результати навчання

Основними результатами опанування дисципліни «Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур» є:

- забезпечення глибокого та творчого засвоєння аспірантами теоретичних основ процесів, що мають місце у високопродуктивних паралельних обчислювальних системах (ПОС) і архітектурах, механізмів взаємодії компонентів ПОС на основі різних топологій та засобів організації пам'яті;
- розвиток творчих здібностей аспірантів для прогнозування напрямків та шляхів розвитку науки та практики при розв'язанні багатовимірних складних динамічних завдань на базі паралельних обчислювальних систем високої продуктивності;
- стимулювання аспірантів до інноваційної діяльності у галузі сучасних високопродуктивних паралельних та розподілених технологій/систем;
- сприяння теоретичній підготовці аспіранта для вирішення завдань дисертаційних досліджень з використанням знань у галузі паралельних інформаційних технологій;
- забезпечення отримання аспірантами теоретичних основ про сучасні підходи до проектування програмного забезпечення;
- активізація творчого відношення до професійної діяльності за рахунок отримання знань та підходів паралельних обчислень та програмування;
- застосовування отриманих теоретичних знань на практиці у своїй фаховій області та аналіз отриманих результатів.

Внаслідок вивчення курсу студенти повинні вміти:

- застосовувати знання для постановки і вирішення актуальних наукових складних завдань, обґрунтування та використання відповідних методів для реалізації у паралельних високопродуктивних системах з метою прискорення виконання або підвищення розміру розв'язуваних фахових завдань;
- використовувати методи розрахунку, моделювання та проектування для розробки, оптимізації та реалізації проєктів, що задовольняють регламентованим вимогам;

- проектувати або використовувати високоефективні структури паралельних обчислювальних систем;
- враховувати особливості топологічних структур міжпроцесорного зв'язку для підвищення функціональності паралельних алгоритмів: прискорення та ефективність;
- виконувати оптимізацію об'єктного коду, обробку конфліктів: стратифікацію і розділення, виконувати балансування навантаження;
- будувати та виконувати оптимізацію інформаційних графів впливу програмних систем;
- конструювати програмне забезпечення із розробкою та застосовуванням компонентів багаторазового використання;
- розробляти програмне забезпечення за допомогою тестування, з використанням мови моделювання предметних областей;
- застосовувати принципи навчання впродовж життя для вирішення завдань поза програмою курсу.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання при опануванні дисципліною «Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур»:

- іспит;
- індивідуальні завдання з практичних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання мають формулювати порядок оцінювання під час поточного контролю (за результатами практичних занять) та підсумкового контролю. Максимальний бал, визначений схемою оцінювання, наведеною нижче, можливо отримати за умови своєчасного та правильного виконання завдань. За наявності помилок або при несвоєчасному виконанні оцінка знижується до 60% від максимальної.

Поточний контроль для денної форми навчання						Поточний контроль	Іспит	Максимальна сума балів
Пр.1	Пр.2	Пр.3	Пр.4	Пр.5	Пр.6			
5	10	10	5	5	5	40	60	100
3	6	6	3	3	3	24		84

Примітки:

- 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;
- 2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоєчасному виконанні)

Поточний контроль для заочної форми навчання		Поточний контроль	Іспит	Максимальна сума балів
Пр.1	Пр.2			
20	20	40	60	100
12	12	24		84

Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Сучасні комп'ютерні системи (КС). Системи класифікації та основні класи архітектур сучасних КС.

Тема 2. Особливості використання. Паралельні КС та паралельне програмування.

Тема 3. Топологічні структури міжпроцесорного зв'язку: лінійка/кільце, сітка/тор гіперкуб та методи передачі інформації.

Тема 4. Комунікаційні примітиви та моделі Хокні для передачі повідомлень та пакетів. Методи балансування навантаження.

Тема 5. Моделі та аналіз ефективності паралельних обчислень.

Тема 6. Динамічні характеристики якості паралельних алгоритмів: прискорення та ефективність, загальні накладні витрати тощо.

Тема 7. Масштабованість паралельних алгоритмів. Метрики масштабованості. Ізоефективний аналіз та функція ізоефективності.

Тема 8. Загальні методи розпаралелювання алгоритмів. Декомпозиційна ієрархічна методика. Розробка та оптимізація інформаційних графів впливу програмних систем.

Тема 9. Розробка та аналіз ефективності паралельних методів матричного множення: блокові та стрікові.

Тема 10. Розробка та аналіз ефективності паралельних методів теорії графів.

Тема 11. Розробка та аналіз ефективності паралельних методів лінійної алгебри, СЛАР та СНАР.

Тема 12. Розробка та аналіз ефективності паралельних методів розв'язання СЗДР.

6.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Розробка та аналіз складності послідовного алгоритму вирішення задачі.	2	2
2	Розробка обчислювальної схеми паралельного алгоритму вирішення задачі. Графи впливу.	4	
3	Розробка відображення паралельного алгоритму на ПОС, проектування та оцінка міжпроцесорного зв'язку.	4	
4	Оцінка складності та масштабованості паралельного алгоритму на основі динамічних характеристик.	2	2
5	Розробка та тестування програмного додатку реалізації завдання на базі інтерфейсу MPI.	2	
6	Проведення експерименту та статистичний аналіз отриманих результатів.	2	
	Усього годин:	16	4

6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачено навчальним планом

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	Тема 1. Огляд сучасних паралельних інформаційних систем (ПІС). Аналіз списків TOP-500 та Top-50.	10	12
2	Тема 2. Системи класифікації та основні класи ПОС. Кластерні системи СНД та України	10	12
3	Тема 3. Моделі та аналіз ефективності паралельних обчислень	10	12
4	Тема 4. Комунікаційні примітиви для операцій обміну даними у топологіях тор, гіперкуб та кільце	10	12

5	Тема 5. Класичні паралельні алгоритми матричного множення для щільних матриць.	15	22
6	Тема 6. Паралельні методи лінійної алгебри.	15	22
7	Тема 7. Паралельні методи вирішення систем нелінійних алгебраїчних рівнянь	15	22
8	Тема 8. Паралельні методи вирішення систем звичайних диференціальних рівнянь	17	22
	Усього годин:	102	136

6.5. Індивідуальне завдання

Не передбачено навчальним планом.

7. Література

7.1. Основна

1. Foster I. Designing and Building Parallel Programs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mcs.anl.gov/~itf/dbpp/>
2. Grama A., Gupta A., Karypis G., Kumar V. Introduction to Parallel Computing. – Addison Wesley. – 856p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www-users.cs.umn.edu/~karypis/parbook/>
3. Назарова І.А. Паралельні обчислення / І.А. Назарова, О.А. Дмитрієва. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 246 с. ISBN 978-966-377-237-0
4. Луцків А.М. Паралельні та розподілені обчислення: навч. посіб. / А.М. Луцків, С.А. Лупенко, В.В. Пасічник. – Львів: вид-во Магнолія, 2017. – 566 с. ISBN 978-617-574-110-8
5. Основні поняття про паралельні обчислення / Укладач Є. Ваврук – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”, 2015. – 109 с.
6. Pacheco Peter S. An Introduction to Parallel Programming (2nd Edition). Morgan Kaufmann publications, 2020. – 450 p. ISBN-10: 0-12-804605-8
7. Schmidt B., Gonzalez-Dominguez J., Hundt C., Schlarb M. Parallel Programming: Concepts and Practice 1st Edition. Morgan Kaufmann publications, 2017. – 416 p. ISBN-13: 978-0128498903

7.2. Допоміжна

1. TOP500 Supercomputer Home Page [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.top500.org>
2. Навчальний посібник з дисципліни "Паралельне програмування". Використання SIMD-команд для паралельних обчислень / О. Г. Качко, О. Ф. Осика; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. – Харків : ХНУРЕ, 2019. – 273 с. ISBN 978-966-659-276-0
3. Технології паралельних обчислень: навч. посіб. / В. П. Семеренко ; Вінниц. нац. техн. ун-т. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 103 с.
4. Кузьменко Б.В. Технологія розподілених систем та паралельних обчислень: конспект лекцій / Б.В. Кузьменко, О.А. Чайковська. – К. : Видавничий центр КНУКІМ, 2011. – 126 с.
5. Сабат Н.В. Паралельні та розподілені обчислення / Н.В. Сабат, В.Б. Кропивницька. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – 80 с.
6. Дорошенко А.Ю. Паралельні обчислювальні системи / А.Ю. Дорошенко. – К. : Видавничий дім “КМ Академія”, 2013. – 146 с.
7. Паралельні однокрокові методи чисельного розв’язання задачі Коші: монографія / Л.П. Фельдман, І.А. Назарова. – Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2011. – 185 с.: іл.
8. Дмитрієва О.А. Паралельне моделювання динамічних об’єктів зі сконцентрованими параметрами / О.А. Дмитрієва. – Харків: "Ноулідж", 2014. – 336 с.
9. Dmitrieva O. Parallel Step Control. Development of parallel algorithms of the step variation for simulation of stiff dynamic systems / O. Dmitrieva, L. Feldman. – Lambert Academic Publishing, 2013. – 72 p.

10. Дмитрієва О.А. Паралельні різницеві методи розв'язання задачі Коші / О. А. Дмитрієва. – Донецьк: ДонНТУ, 2011. – 265 с.

7.3. Методична

1. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Проектування та розробка оптимізуючих програмних систем для сучасних архітектур» для аспірантів спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення і 122 Комп'ютерні науки усіх форм навчання / [розр.: І.А. Назарова]. – Покровськ: ДонНТУ, 2020. – 57с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://89.185.3.253:9080/search.php, http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=21761](http://89.185.3.253:9080/search.php,http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=21761)
2. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання за курсом «Теорія та організація розподіленої обробки даних» для магістрів, що навчаються за спеціальністю 121 Інженерія програмного забезпечення [Електронний ресурс] / укладач І.А. Назарова. – Покровськ, 2020. – 45с. <http://89.185.3.253:9080/download.php?rec=22407>

8. Інформаційні ресурси

1. Матеріали групи IEEE по кластерним обчисленням (<http://www.ieeetfcc.org>)
2. Introduction to Parallel Computing (Teaching Course) (<http://www.ece.nwu.edu/~choudhar/C58/>)
3. Foster I. Designing and Building Parallel Programs. Addison Wesley. (<http://www.mcs.anl.gov/dbpp>)
4. MPI FORUM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.mpi-forum.org>

